

The Effects of Reducing a Dose on the Genital Gland at a CT Scan on the Whole Abdomen According to the Shielding Material

Eun Bo Gang*, Cheol Woo Park

Department of Radiological Science, Dong-Eui Institute of Technology

Received: August 12, 2016. Revised: October 13, 2016. Accepted: October 30, 2016

ABSTRACT

The purpose of this study is to produce a shielding material to reduce a dose on the genital gland, one of the superficial organs, at a CT scan on the whole abdomen and hardly affect picture quality and examine its utility. This research made 22 mm silicone and 7.3 mm aluminum having the similar material quality and effect of previous bismuth. By using the non-shield, bismuth, 22 mm silicone, and 7.3 mm aluminum shielding materials, this author conducted a comparative experiment measuring the decay rate of the genital gland's exposure to radiation, change of the CT number and noise in the image, and the CT number, noise, and uniformity in the AAPM phantom. According to the results, exposure to radiation is reduced in bismuth as 29.96%, silicone 22 mm as 13.10%, and 7.3 mm aluminum as 18.27%. In bismuth, however, the image's CT number varies a lot, and uniformity is measured to be inappropriate in the AAPM phantom scan; therefore, it indicates great change in terms of picture quality in superficial organs like the genital gland. Concerning superficial organs like the genital gland, if 22 mm silicone and 7.3 mm aluminum are used as shielding materials, it will be helpful in reducing variation in picture quality and also decreasing radiation exposure to radiation.

Keywords: whole abdomen CT, CT number, noise, uniformity, AAPM phantom.

I. INTRODUCTION

전산화단층촬영(Computed Tomography, CT)은 1972년 영상의학 분야에 도입되어 현재까지 아주 유용한 검사 방법으로 중요한 위치를 차지하고 있다.^[1] 특히 다중검출기(Multi-detector Computed Tomography, MDCT)의 개발로 시간적 제약에서 벗어나 다양한 임상적 활용이 가능해졌으며, 삼차원 영상 재구성 분야에서 중앙처리장치(Central Processing Unit, CPU)를 사용할 때와 비교하여 50배 이상 빠른 대용량 재구성 알고리즘인 그래픽처리장치(Graphics Processing Unit, GPU)의 연구가 급속히 이루어지고 있어 앞으로 수술실 등 CT의 공간적인 활용도가 점차 증가될 것이다.^[2] 그러나 CT검사는 상대적으로 다른 영상진단 장비에 비해 환자가 받는 선량이 높아 환자의 이익과 피폭의 위험성 사

이에서 적절한 균형을 유지할 필요성이 있다. 식약처는 2007년부터 2011년까지 5년간의 방사선검사 및 피폭선량 증가추세 자료에서 국민일인당 방사선 피폭선량은 5년간 51% 증가하였다고 하였다.^[3] 또한 2011년 방사선검사 건수 중 CT촬영은 2.8%를 차지하지만, 국민일인당 연간 피폭량 1.4 mSv에서 CT촬영에 의한 피폭량이 0.79 mSv로 56%를 차지하고 있어 방사선 안전관리가 시급한 것으로 조사되었다.^[3] 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)는 진단 영역의 방사선 피폭에 대해 환자가 받는 선량의 위험도 보다 환자의 진단에 따른 이득이 많고 의료 피폭의 특수성을 인정하여 선량한도를 정하고 있지 않다. 그러나 방사선 방어의 최적화를 위하여 환자 선량 권고량(Diagnostic Reference Level)을 정하여 권고하는 형식을 취하고 있다. 우리나라에서는 환자선량 관

*Corresponding Author: Eun Bo Gang

E-mail: kebwind@hanmail.net

Tel: +82-51-860-3534

리를 위해 포괄적인 책임을 가지는 의사와 환자 피폭 선량에서 방어의 최적화를 시행해야 하는 방사선사를 대상으로 CT검사에서 정당성과 최적화를 위한 가이드 라인을 마련하고 있다.^[1,4] 현재 환자선량을 낮추기 위한 방법으로 환자에 맞춘 적절한 프로토콜 사용, 정확한 자동노출제어(Automatic exposure control, AEC)의 적용, 적절한 재구성 방법과 스캔 길이, 정확한 콜리메이션과 피치 사용, 적절한 방호용구 사용 등이 있다.^[5-7] CT검사서 대부분의 방사선사들이 환자선량을 줄이기 위해 앞서 언급한 방법들을 적용하고 있고 또한 CT 검사 장비도 환자선량을 줄이기 위한 기술적인 방법들의 연구로 많은 발전이 이루어졌다. 그러나 방사선 방호용구에서는 다른 피폭 선량 저감화 노력에 비해 미미한 수준이다. 현재 임상에서 방사선 방호용구로 사용되는 납(1 mm)을 재료로 한 경우 표재성 장기에 선속경화에 의한 인공물 발생이 많아 화질 저하가 심하다.^[8] bismuth를 재료로 만든 제품의 경우 수정체, 유방, 갑상선 방어에 한정되어 있고, 표재성 장기에서 선속경화에 의한 인공물이 발생하고 선량 수입에 의존하며 가격이 고가인 것이 단점으로 작용하여 적극적인 사용이 되지 않는 것이 현실이다.^[6,9] 또한 방사선 감수성이 높은 조직중의 하나인 생식선의 경우 제품으로 생산된 방호용구가 없어 대부분 방호용구를 사용하지 않는다. 이에 본 연구에서는 주위에서 쉽게 구할 수 있고 가공성이 좋은 silicone과 aluminum을 사용하여 생식선의 선량을 줄이고 화질에 영향을 최대한 줄여주는 차폐재를 제작하여 유용성을 알아보고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. silicone과 aluminum의 두께 측정

X-선 발생장치를 이용하여 기존 차폐재인 bismuth와 비슷한 차폐효과를 가지는 silicone과 aluminum의 두께를 측정하였다. Multi Function Meter(FLUKE, TNT 12 000, USA)와 X-선 발생장치인 리스탐사의 REX-650R (고유여과 2.4 mmAl, 부가여과 1.0 mmAl, 총 여과 3.4 mmAl)을 사용하여 70 kVp, 200 mAs, 0.05 sec, FFD 1 00 cm에서 측정하였다. 측정결과 aluminum 7.3 mm와 silicone 22 mm를 사용하여 차폐재를 제작하였다.

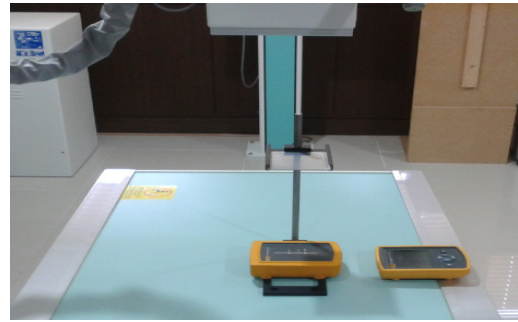


Fig. 1. Shielding material thickness measurement

Table 1. Measuring the thickness of aluminum shield

Shielding materials	Thickne ss(mm)	Number of measurement					Average dose(μ Gy)
		1	2	3	4	5	
Non filter		681.3	680.8	681.7	679.8	676.9	680.1
Bismuth		129.3	129.5	129.0	129.0	128.2	129.0
Aluminum	6	163.9	164.9	163.7	164.1	163.8	164.1
	7	136.1	135.3	136.9	135.9	136.4	136.12
	7.3	128.2	128.6	129.0	128.3	127.7	128.4
	7.5	125.5	124.7	124.3	125.1	124.7	124.9

Table 2. Measuring the thickness of silicone shield

Shielding materials	Thickne ss(mm)	Number of measurement					Average dose(μ Gy)
		1	2	3	4	5	
Non filter		681.3	680.8	681.7	679.8	676.9	680.1
Bismuth		129.3	129.5	129.0	129.0	128.2	129.0
Silicone	5	389.8	386.8	389.2	388.9	384.6	387.7
	15	190.0	188.9	189.4	189.7	187.8	189.2
	20	141.7	142.0	142.8	141.8	141.7	142.0
	22	126.6	126.6	125.8	125.7	125.3	126.0

2. 선량 감쇠 측정 장비

whole body phantom PBU-50 인체모형을 이용하여 Brilliance CT 64-channel scanner(Philips, Netherlands)로 whole abdomen CT를 촬영하였다. aluminum 7.3 mm와 silicone 22 mm의 선량 감쇠 효과를 측정하기 위해서 T LD-100 3.175×3.175×0.889 mm를 사용하여 측정하였으며 TLD Reader system은 HARSHAW TLD-3500을 사용하여 판독하였다. TLD는 LiF를 모체로 하며 다른 생체등가 물질에 비해서 잠상퇴행이 작고 화학적으로 안정적이며, 특히 TLD-100(Harshaw Co.)은 LiF: Mg,Ti 로 구성되어 있고 잠상퇴행이 매우 적고 조직등가여서 표준 TLD로 가장 긴 시간 사용되고 있다.^[10-11]

3. 선량 측정 방법

기존 차폐재인 bismuth와 비슷한 차폐효과를 가지는 silicone 22 mm와 aluminum 7.3 mm를 제작하여 whole body phantom PBU-50 인체모형에 300°C로 2시간 동안 가열하여 annealing한 TLD를 생식선 부위에 놓고 non shield, bismuth, Silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재를 각각 올려놓고 Fig. 2와 같이 whole abdomen CT를 촬영하여 생식선 피폭 선량을 10회 측정하였다. 촬영조건은 Table 3.과 같다.

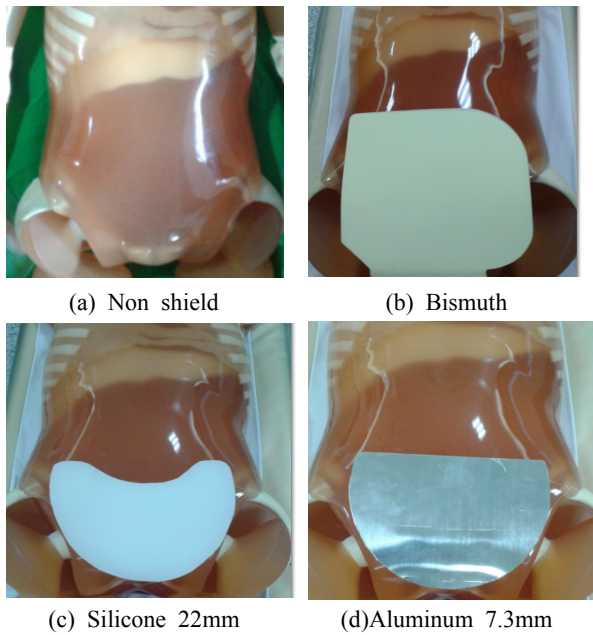


Fig. 2. Dosimetry methods

Table 3. Reference scanning protocol parameters

Protocol parameters			
Scan protocol	Axial Helix	Rotation time	0.75sec
Voltage	120kV	Filter	Y-sharp
mAs	250mAs	Slice thickness	5mm
Image matrix	512×512	Slice increment	5mm
Collimation	64×0.625mm	FOV	350.0mm
Scan length	440mm	Pitch	1.172
Dose modulation	DDOM, ACS		

4. 화질 평가 방법

촬영된 영상의 화질 평가를 위해 non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm로 차폐한 각각의 영상에서 생식선 부위의 같은 곳에 관심영역을 설정하

여 Extended BrillianceTM Workspace(Philips, Netherlands)를 이용하여 CT number와 noise의 변화를 측정하였다. 그리고 AAPM 팬텀위에 non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재를 올려놓고 영상을 촬영하여 특수의료장비 팬텀영상 검사 항목 중 에 물의 CT number, noise, uniformity를 측정하여 적합성 여부를 측정하였다.

III. RESULT

1. whole abdomen CT에서 생식선 선량 측정

whole abdomen CT를 촬영하면서 생식선 부위에 TLD를 놓고 non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재를 사용하여 각각 10회 측정하였다. 그리고 non shield와 비교 하여 감소된 선량 평균값을 비교하였다. Table 4.와 같이 Mean±S.D.를 측정한 결과 non shield는 14.12±2.64 mGy가 측정되었고, bismuth를 차폐하여 측정한 결과는 9.89±1.80 mGy로 생식선의 선량이 감소되어 측정되었다. whole abdomen CT촬영에서 non shield 촬영은 CTDIvol이 8.83 mGy로 측정되었고, DLP값은 453.1 mGy·cm으로 측정되었다. bismuth 촬영은 CTDIvol이 8.99 mGy로 측정되었으며, DLP값은 461.6 mGy·cm로 측정되었다.

Table 4. Attenuation by the bismuth

Shielding materials	Number of measurement					Mean (mGy)	S.D
	1	2	3	4	5		
Non filter	14.32	15.95	12.21	16.15	11.57	14.12	2.64
	6	7	8	9	10		
Bismuth	9.86	17.67	17.19	14.39	11.91	9.89	1.80
	1	2	3	4	5		
	10.51	8.27	8.09	8.90	11.40		
	6	7	8	9	10		
	13.38	11.52	8.56	8.16	10.15		

silicone 22 mm를 차폐하여 측정한 결과 Table 5.와 같은 측정 결과를 얻었다. Mean±S.D.값이 12.27±1.20 mGy로 생식선 선량이 감소되어 측정되었다. whole abdomen CT 촬영의 CTDIvol은 8.99 mGy로 측정되었으며, DLP값은 461.7 mGy·cm로 측정되었다.

Table 5. Attenuation by the silicone

Shielding materials	Number of measurement					Mean (mGy)	S.D
	1	2	3	4	5		
Silicone	12.62	13.07	11.37	13.46	10.13	12.27	1.20
	6	7	8	9	10		
	12.56	13.23	12.54	10.44	13.24		

aluminum 7.3 mm를 차폐하여 측정된 결과 Table 6. 과 같은 측정 결과를 얻었다. Mean±S.D.값이 11.54±1.34 mGy로 생식선 선량이 감소되어 측정되었다. whole abdomen CT 촬영의 CTDIvol은 9.02 mGy로 측정되었으며, DLP값은 463.0 mGy·cm로 측정되었다.

Table 6. Attenuation by the aluminum

Shielding materials	Number of measurement					Mean (mGy)	S.D
	1	2	3	4	5		
Aluminum	11.15	12.94	11.64	11.28	9.11	11.54	1.34
	6	7	8	9	10		
	13.83	12.14	10.93	10.20	12.14		

2. 영상의 화질 평가

non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재를 사용하여 측정된 영상에서 6군데 ROI를 지정하여 차폐재 부위의 CT number와 noise의 변화를 측정하여 non shield와 비교하였다. CT number와 noise의 측정은 Extended Brilliance™ Workspace를 사용하였으며, ROI를 Fig. 3.과 같이 표재성 장기와 심부 장기 부위에 각각 3군데를 같은 크기로 지정하여 평균값을 비교 하였다. Table 7.에서 CT number의 변화는 non shield에서 -7.97HU, bismuth 차폐에서 25.38HU, silicone 22 mm 차폐에서 0.92HU, aluminum 7.3 mm 차폐에서 8.25HU로 변화 되었다.

Table 8.에서 noise의 변화는 non shield에서 10.47, bismuth 차폐에서 15.18, silicone 22 mm 차폐에서 15.45, aluminum 7.3 mm 차폐에서 14.35로 증가하였다.

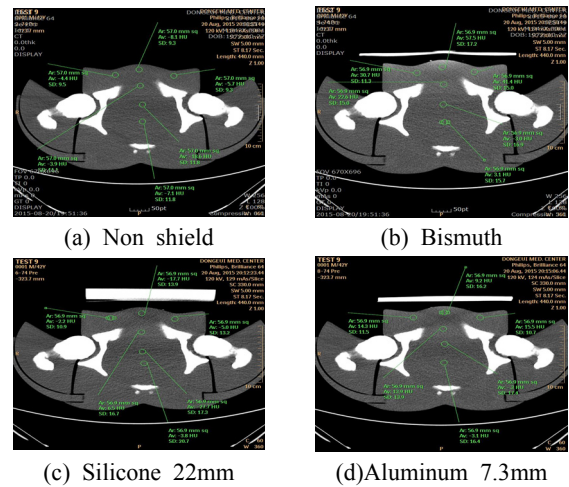


Fig. 3. Changes of CT number and noise

Table 7. Changes of CT number

Shielding materials	Number of measurement						Mean(HU)
	1	2	3	4	5	6	
Non filter	-4.4	-8.1	-5.7	-3.9	-18.6	-7.1	-7.97
Bismuth	30.7	57.5	41.4	22.6	-3.0	3.1	25.38
Silicone	-2.2	-17.7	-5.0	6.5	27.7	-3.8	0.92
Aluminum	14.3	9.2	15.5	13.9	-0.3	-3.1	8.25

Table 8. Changes of noise

Shielding materials	Number of measurement						Mean
	1	2	3	4	5	6	
Non filter	9.5	9.3	9.3	11.1	11.8	11.8	10.47
Bismuth	11.3	17.2	15.0	15.0	16.9	15.7	15.18
Silicone	10.9	13.9	13.2	16.7	17.3	20.7	15.45
Aluminum	11.5	16.2	10.7	13.9	17.4	16.4	14.35

3. AAPM 팬텀 영상 평가

AAPM 팬텀 영상 평가를 위해 Fig. 4.와 같이 non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재로 차폐하여 팬텀영상의 6시 방향 1/4지점에서 1580~1620 mm²로 물의 CT number와 noise를 측정하고 9시, 12시, 3시의 2/3이 지점에서 측정된 CT number와 비교하여 uniformity를 계산하여 팬텀영상 검사의 합격 기준에 적합한지 평가하였다. 각 차폐재의 CT number 측정에서 non shield에서 -2.9HU, bismuth -2.2HU, silicone 22 mm -3.8HU, aluminum 7.3 mm -3.5HU가 측정되었다. noise 측정에서 non shield 6.4, bismuth 6.7, sili

cone 22 mm 6.9, aluminum 7.3 mm 6.9로 측정되었다. uniformity 측정에서 6시 방향과 3시, 9시, 12시 방향의 CT number의 차이를 측정하여 계산한 결과 non shield에서 각각 0.6HU, 0.8HU, 0.4HU, bismuth에서 각각 2.8HU, 2.4HU, 10.7HU, silicone 22 mm에서 각각 1.2HU, 1.3HU, 1.1HU, aluminum 7.3 mm에서 각각 1.1HU, 1.1HU, 0.5HU가 측정되었다.

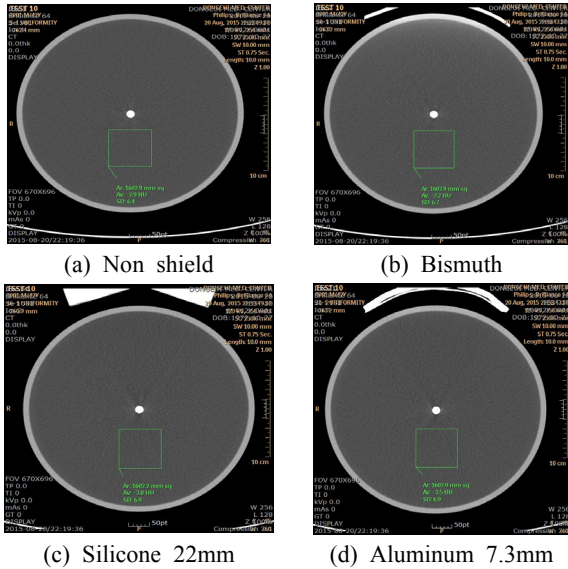


Fig. 4. AAPM Phantom imaging test.

IV. DISCUSSION

임상 영상진단에 있어 CT의 비중은 점차 증가하는 추세이며 피폭의 위험성에도 불구하고 대체할 수 있는 영상진단 장비의 부재로 환자의 피폭 또한 점차 증가될 것이라 판단된다. 그러나 임상진단의 정당성에 의한 의료 피폭의 증가를 간과해서는 안되는 것 또한 일선에서 근무하는 영상의학과 의사와 방사선사의 역할이다. 항상 방사선사는 방어의 최적화를 통해 환자 피폭을 저감화 시키는 노력을 해야 한다. 현재 자동노출제어와 반복재구성기법(Iterative reconstruction)의 적용으로 많은 피폭 선량이 감소하였다. 그러나 대부분의 임상 현장에서 이러한 기법들이 적용되고 있는데 방해 보호 용구의 사용은 저조하다고 할 수 있다. 이는 방해 용구가 전량 수입에 의존하고 있고 고가이며 방해 용구의 사용 시 영상화질에 미치는 영향이 크기 때문인 것으로 사료된다. 차폐재를 이용한 많은 연구에서 측정된 결과를 보면 1 mm 납을 재료로 한 차폐재의 경우 70%

생식선 피폭선량의 감쇠효과가 확인되었으나, 화질의 저하로 인해 생식선 부위의 검사에는 부적합하다는 결과가 있다.^[8] 또한 현재 많이 사용되는 bismuth의 경우 표재성 장기에서 약 15-30% 정도의 피폭 감쇠효과가 있다는 연구결과가 있다.^[12] 그러나 생식선의 차폐용구는 생산되지 않고 있으며, 표재성 장기 부위를 보고자 하는 경우는 화질에 많은 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 bismuth와 차폐능력이 비슷한 물질을 만들어 차폐능력과 화질저하를 비교 평가하였다. whole abdomen CT에서 생식선 부위에 non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재로 차폐하여 생식선의 선량 감쇠효과를 측정할 결과를 보면, non shield에 비해 bismuth 차폐재의 경우 4.23 mGy가 감소되어 29.96%가 감소되었다. silicone 22 mm의 경우 1.85 mGy가 감소되어 13.1% 감소되었고, aluminum 7.3 mm에서는 2.58 mGy가 감소되어 18.27% 감소되었다. 영상화질의 변화에서 CT number의 HU값 측정 결과를 보면 non shield에 비해 bismuth에서 33.35HU가 증가하였고, silicone 22 mm에서는 8.89 HU가 증가하였으며, aluminum 7.3 mm는 16.04HU 증가하였다. noise의 변화는 non shield에 비해 bismuth에서 44.99%가 증가하였고, silicone 22 mm에서는 47.56% 증가하였으며, aluminum 7.3 mm는 37.06% 증가하였다. AAPM 팬텀 영상 검사에서 물의 CT number의 변화는 non shield -2.9HU, bismuth -2.2HU, silicone 22 mm -3.8HU, aluminum 7.3 mm -3.5HU로 측정되어 합격기준인 0±7HU에 해당되었다. noise의 측정에서는 non shield 6.4, bismuth 6.7, silicone 22 mm 6.9, aluminum 7.3 mm 6.9가 측정되어 합격기준인 7HU 이내에 해당되었다. uniformity 측정에서는 bismuth 차폐재의 경우 6시 방향과 12시 방향의 CT number HU의 차이가 10.7HU가 측정되어 합격기준인 5HU 값을 벗어나 측정되었다. 위의 결과에서 생식선의 선량 감쇠효과는 bismuth가 가장 우수하고, aluminum 7.3 mm, silicone 22 mm의 순으로 나타났다. 그러나 bismuth 차폐재의 경우 표재성 장기에서 CT number의 변화가 가장 크게 나타나고 uniformity 측정에서도 부적합하게 나타났다. 그러므로 표재성 장기나 생식선 부위의 차폐재는 화질 변화를 최소화하고 피폭을 줄일 수 있는 aluminum 7.3 mm, silicone 22 mm가 효과적이며 이에 대한 적절한 두께에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 본 연구

의 제한점은 차폐재의 제작에서 70 kVp를 사용하여 차폐재의 감쇠 선량을 측정하였고 CT장비는 120 kVp를 사용한 결과로 인해 선감약계수의 차이로 감쇠효율에 차이가 발생한 것으로 판단되며 향후 차폐재의 제작에서 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

V. CONCLUSION

생식선 부위의 피폭 선량을 줄이기 위한 차폐재의 연구에서 silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm의 차폐재로서의 유용성을 확인한 결과에서 각각 13.1%, 18.27% 생식선 부위의 선량이 감소되었다. 이는 bismuth에 비해 감쇠효율은 작지만 화질에 미치는 영향이 현저하게 적기 때문에 심부장기가 아닌 표재성 장기부위인 생식선을 보기위한 검사에서 적절하게 차폐재를 이용한다면 방사선 피폭을 줄이면서 최적의 영상을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 동의과학대학교 교내연구비의 지원에 의해 수행되었습니다.

Reference

[1] Radiation Safety Management Series No.28. "Popular amount of patient dose in CT X-ray Inspection Guidelines," Korea Food & Drug Administration. 2012.9.

[2] J. W. Lee, S. Y. Lee, D. H. Yoo, "Computed Tomography Technology," Electronics and telecommunications trends, Vol. 25, No. 4, pp. 60-68, 2010.

[3] <http://www.mfds.go.kr>

[4] Radiation Safety Management Series No.19. "Popular amount of patient dose in CT X-ray Inspection Guidelines," National Institute of food and Drug Safety Evaluation. 2009.9.

[5] Y. G. Kwak, C. Y. Kim, S. P. Jeong, "Research on Dose Reduction During Computed Tomography Scanning by CARE kV System and Bismuth," The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 14 No. 8, pp. 233-242, 2014.

[6] I. C. Hwang, W. J. Shin, E. B. Gang, "A Comparative Study on the Lens Dose According to the Chang

e of Shielding Material Used in Brain Computed Tomography," Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 9, No. 1, pp. 31-37, 2015.

[7] H. C. Jang, K. K. Kim, J. W. Cho, J. M. Seo, H. K. Lee, "Evaluation of Image Noise and Radiation Dose Analysis In Brain CT Using ASIR(Adaptive Statistical Iterative Reconstruction)," Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 6, No. 5, pp. 357-363, 2012.

[8] C. G. Kim, "Radiation dose reduction effectiveness of a male gonadal shield during 128-MDCT using Glass Detector," The Journal of digital policy & management, Vol. 11, No. 7, pp. 237-242, 2013.

[9] J. M. Young, "Effectiveness of Bismuth Shield to Reduce Exposure Dose in Multifil Detector row Computed Tomography," Department of Medical Physics Graduate School, Kyonggi University.

[10] M. Oberhofer and A. Scharmann, "Applied Thermoluminescence Dosimetry", Adam Hilger Ltd, Bristol, 1981.

[11] S. H. Doh, W. G. Lee, M. J. Yoo, H. D. Kang, D. S. Kim, "Thermal Annealing and Fading Characteristics of LiF:Mg,Cu,P TLD," Journal of the Korean Sensors Society, Vol. 7, No. 5, 1998

[12] J. Geleijns, M. Salvadó Artells, W. J. H. Veldkamp, M. López Tortosa, A. Calzado Cantera, " Quantitative assessment of selective in-plane shielding of tissues in computed tomography through evaluation of absorbed dose and image quality," European Radiology Vol 16, No 10, pp. 2334-2340, 2006.

Whole Abdomen CT촬영 시 차폐 재료에 따른 생식선 선량 감쇠 효과

강은보, 박철우

동의과학대학교 방사선과

요 약

whole abdomen CT촬영에서 표재성 장기에 해당하는 생식선 부위의 선량을 줄이고 화질에 영향을 적게 주기 위한 차폐재를 제작하여 유용성을 확인하였다. 기존의 bismuth 재질과 비슷한 효과를 가지는 silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm를 제작하였다. non shield, bismuth, silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm 차폐재를 이용하여 생식선의 피폭 선량 감쇠, 영상의 CT number와 noise 변화, AAPM 팬텀에서 CT number, noise, uniformity를 측정하여 비교 실험하였다. 결과에서 bismuth 29.96%, silicone 22 mm 13.10%, aluminum 7.3 mm 18.27%로 피폭 선량이 감소되었다. 그러나 bismuth 재질의 경우 영상의 CT number 변화가 크고, AAPM 팬텀 영상검사 uniformity 항목에서 부적합으로 측정되어 생식선과 같은 표재성 장기에서 화질 변화가 큰 것으로 나타났다. 생식선과 같은 표재성 장기의 경우 silicone 22 mm, aluminum 7.3 mm의 차폐재를 사용한다면 화질 변화를 줄이면서 방사선 피폭을 줄이는데 도움이 될 것이라 판단된다.

중심단어: whole abdomen CT, CT number, 잡음, 균일도, AAPM 팬텀.